

Schweißverbindungen

- 1) Funktion und Wirkung
- 2) Wirkprinzip und Anwendung
- 3) Schweißverfahren
- 4) Auswirkung des Schweißvorganges Entstehung der Schrumpfungen und Spannungen
- 5) Stoß und Nahtarten
- 6) Allgemeine Konstruktionsrichtlinien
- 7) Berechnungen (Auslegung eines geschweißten Druckbehälters)

Schweißen

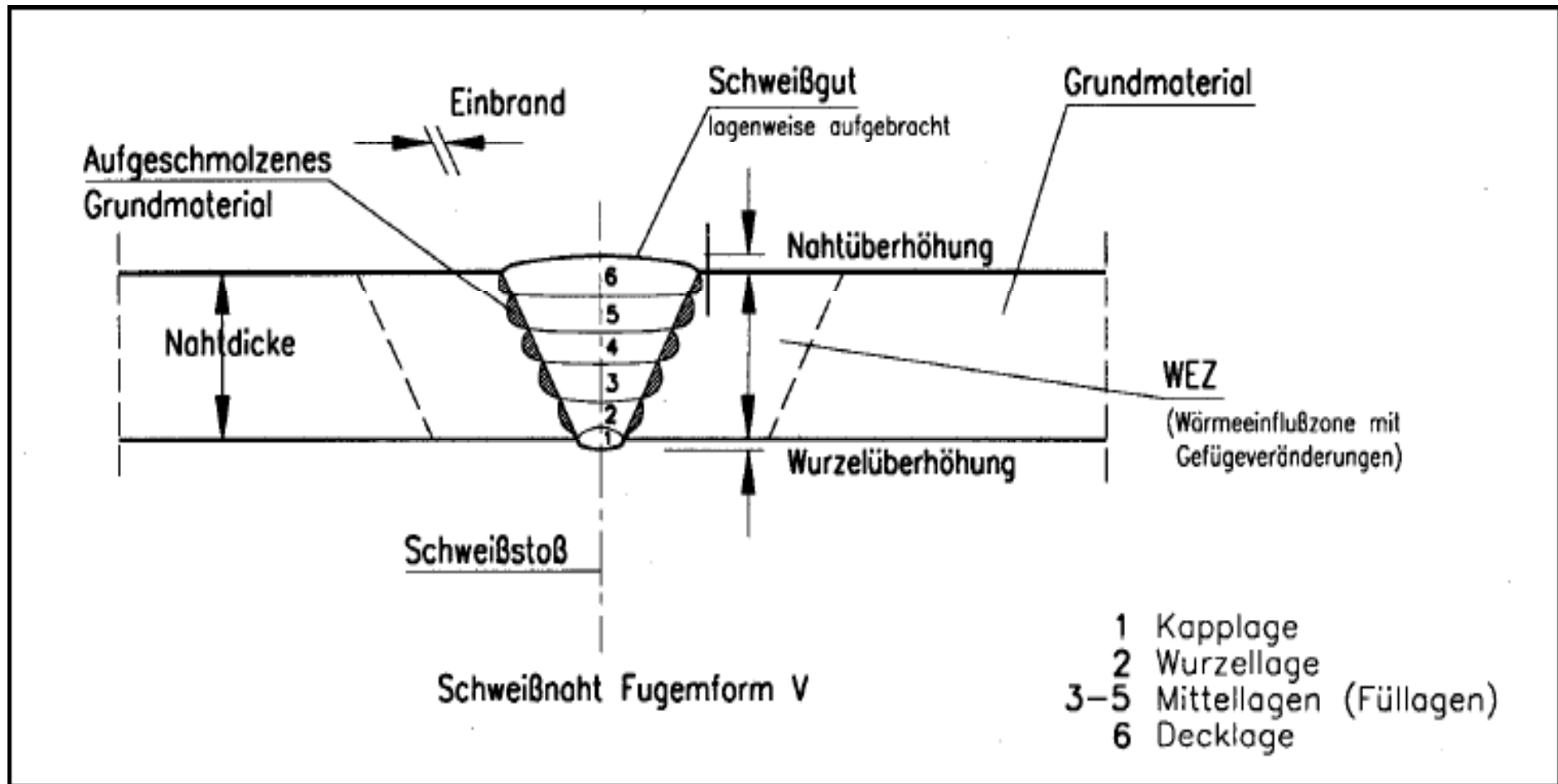
Schweißen ist das Vereinigen von artgleichen Werkstoffen in der Schweißzone unter Anwendung von Wärme, unter Anwendung von Kraft oder unter Anwendung von Kraft und Wärme , mit oder ohne Schweißzusatz.

Funktion und Wirkung

Wirkprinzip und Anwendung

Beim Verbindungsschweißen
werden Teile am Schweißstoß
durch Schweißnähte
Stoffschlüssig unlösbar zu einem
Schweißteil zusammengefügt.

Aufbau einer Schweißnaht:



Historie

Waren es zu beginn des letzten Jahrhunderts noch ca. 10 Schweißverfahren in der Schweißtechnik, so werden heute über hundert Schweißverfahren angewandt.

Von denen jedoch nur sieben

Verfahrensgruppen für ca. 95 % aller Schweißteile zum Einsatz kommen.

Diese wären MSG, Laser, Lichtbogen-Hand, Unter-Pulver sowie Gasschmelzschweißen.

Schweißverfahren

Die Unterteilung wird nach dem physikalischen Ablauf des Schweißens unternommen

Pressschweißen:

Die Verbindung erfolgt unter Anwendung von Kraft ohne oder mit Schweißzusatz.
(ein örtlich begrenztes Erwärmen u.U. bis zum Schmelzfluss erleichtert oder ermöglicht das Schweißen)

Schmelzschweißen

Die Verbindung erfolgt bei örtlich begrenztem Schmelzfluss ohne Anwendung von Kraft mit oder ohne Zusatzwerkstoffen.
Die schmelzflüssigen Kanten der zu verbindenden Werkstücke und der häufig verwendeten Zusatzwerkstoffe fließen ineinander und erstarren anschließend.

Als feste Stoffschlussverbindungen sind Schweißverbindungen besonders geeignet:

- Zum Übertragen von Kräften , Biege und Torsionsmomenten
- Zum Kostengünstigen Verbinden von Einzelstücken bis zu größten Abmessungen und bei Kleinserien.
- Zum Einsatz bei höheren Betriebstemperaturen.
- Als Instandhaltungsfreundliche Konstruktion.
- Für dichte Fügestellen

Was sind die Vor bzw. Nachteile beim Schweißen?

Vorteile von Schweißverbindungen:

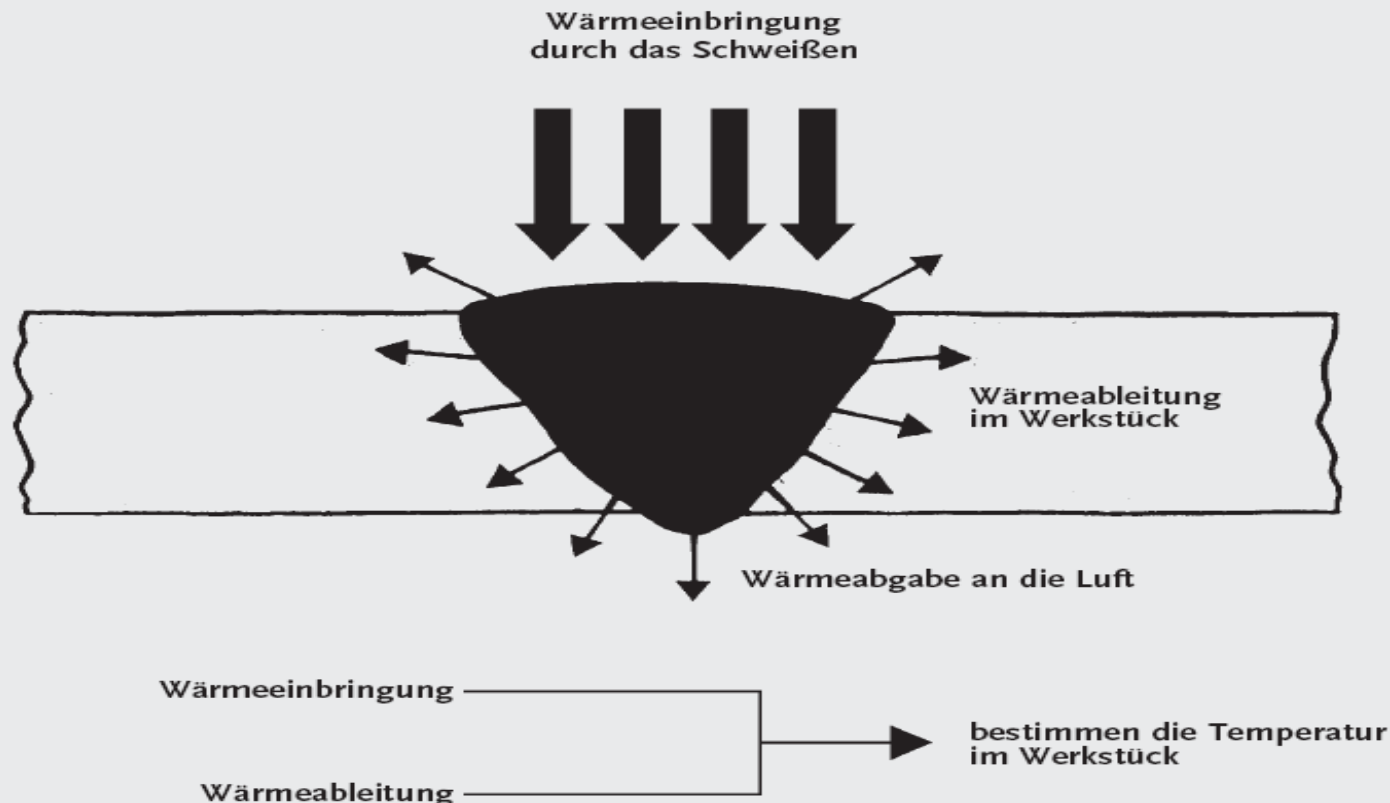
- - allgemein: Ermöglicht werkstoffsparende, wirtschaftliche Leichtbauweise.
- - gegenüber Niet und Schraubkonstruktionen: Gewichtsersparnis durch Wegfall der Überlappung, Laschen und Niet(Schrauben-)köpfe. Glatte Wände genügen ästhetischen Ansprüchen und erleichtern Reinigung und Korrosionsschutzmaßnahmen. Keine Schwächung der Stäbe und Bleche durch Niet – oder Schraublöcher.
- - gegenüber Gusskonstruktionen: Große konstruktive Gestaltungsfreiheit. Gewichtsersparnis durch wesentlich geringere Wanddicken und kleinere Bauteilquerschnitte (Leichtbau). Entbehrliches Gießmodell führt zu geringeren Kosten (bei kleinen Stückzahlen).

Nachteile von Schweißverbindungen

- Da der Schweißvorgang naturgemäß zu Schrumpfungen, hohen inneren Spannungen und Gefügeveränderungen im Nahtbereich führt, kann oft nur mit beträchtlichen Aufwand der Gefahr des Sprödbruchs und der Rissbildung begegnet werden, was mit hohen Anforderungen an die Qualifikation des Schweißpersonals verbunden ist. Das Richten verworfener Schweißteile ist zeit und kostenaufwendig. Schweißen auf Baustellen im Stahlbau häufig schwieriger und teurer als Nieten oder Schrauben.
- Auf artgleiche Werkstoffe angewiesen.

Auswirkungen des Schweißvorganges

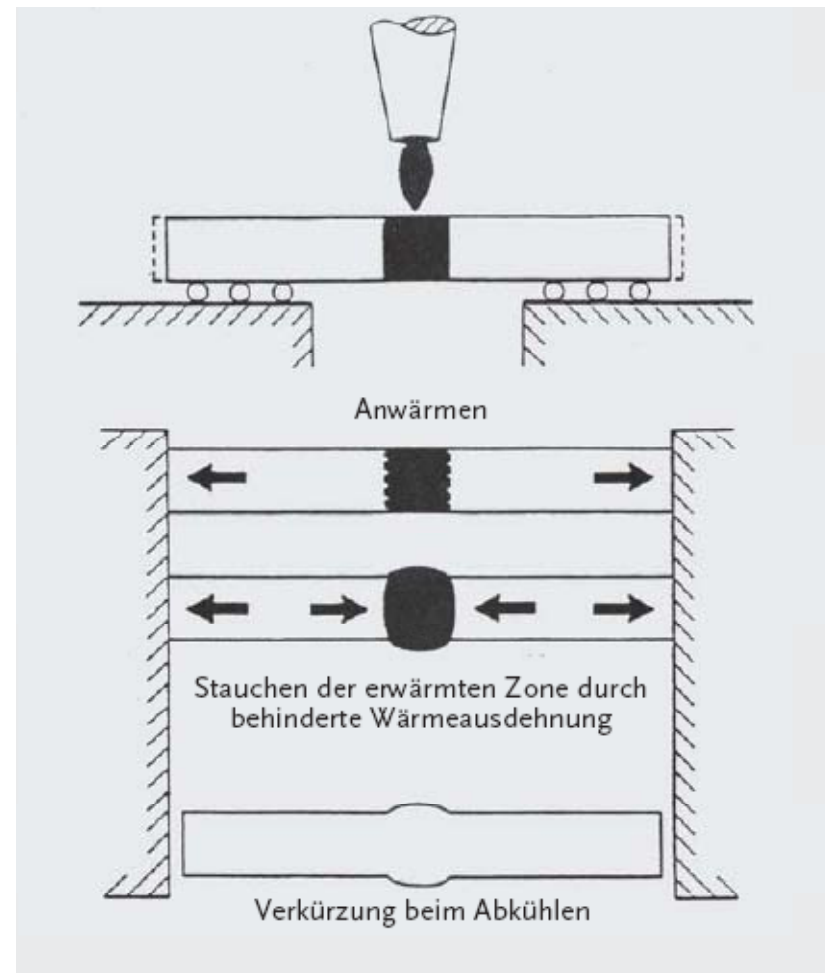
Entstehung der Schrumpfungen und Spannungen



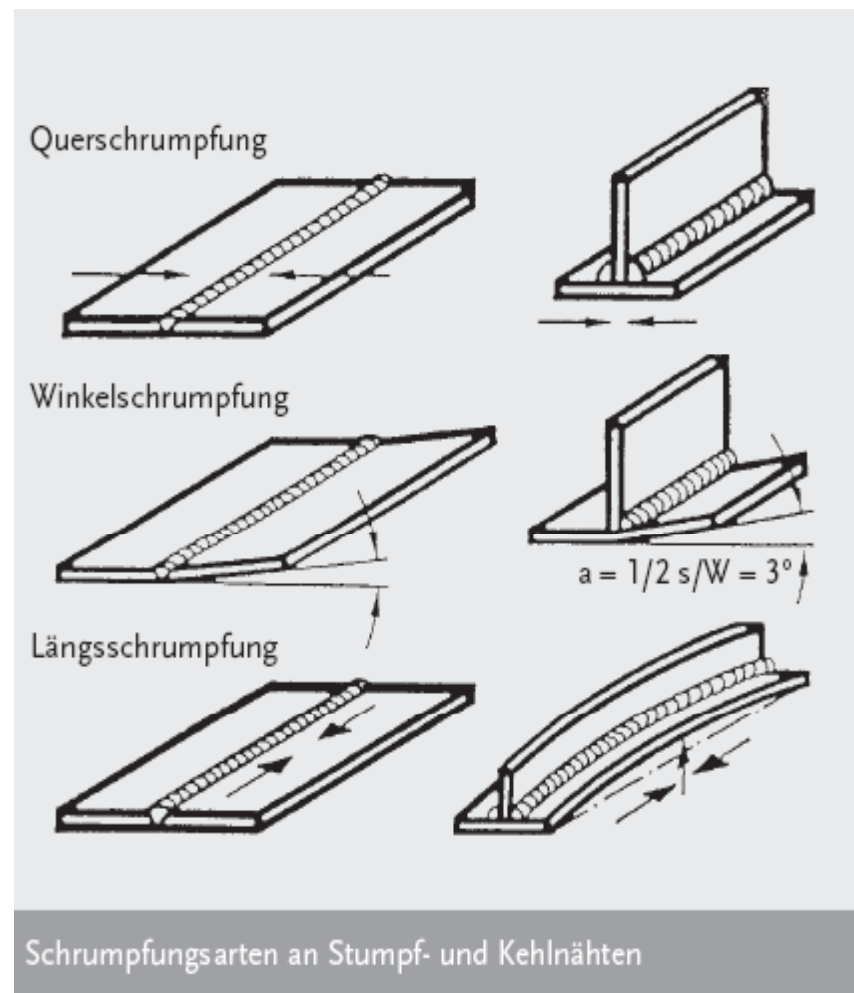
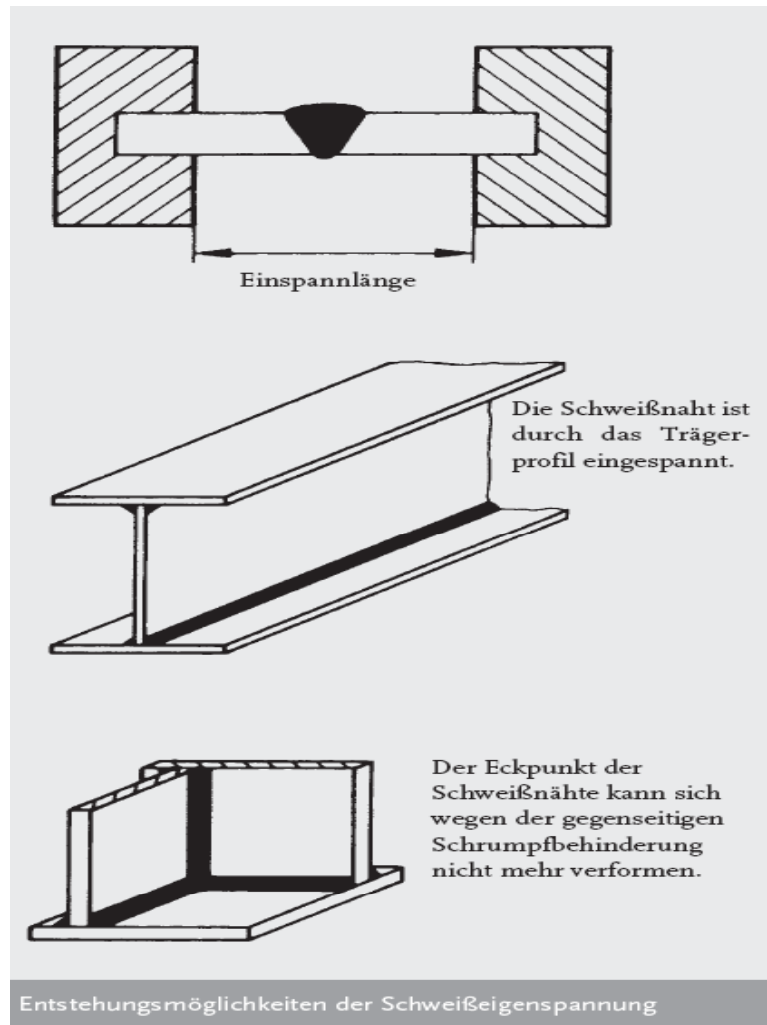
Möglichkeiten der Wärmeeinbringung in die Schweißzone

Schweißschrumpfungen

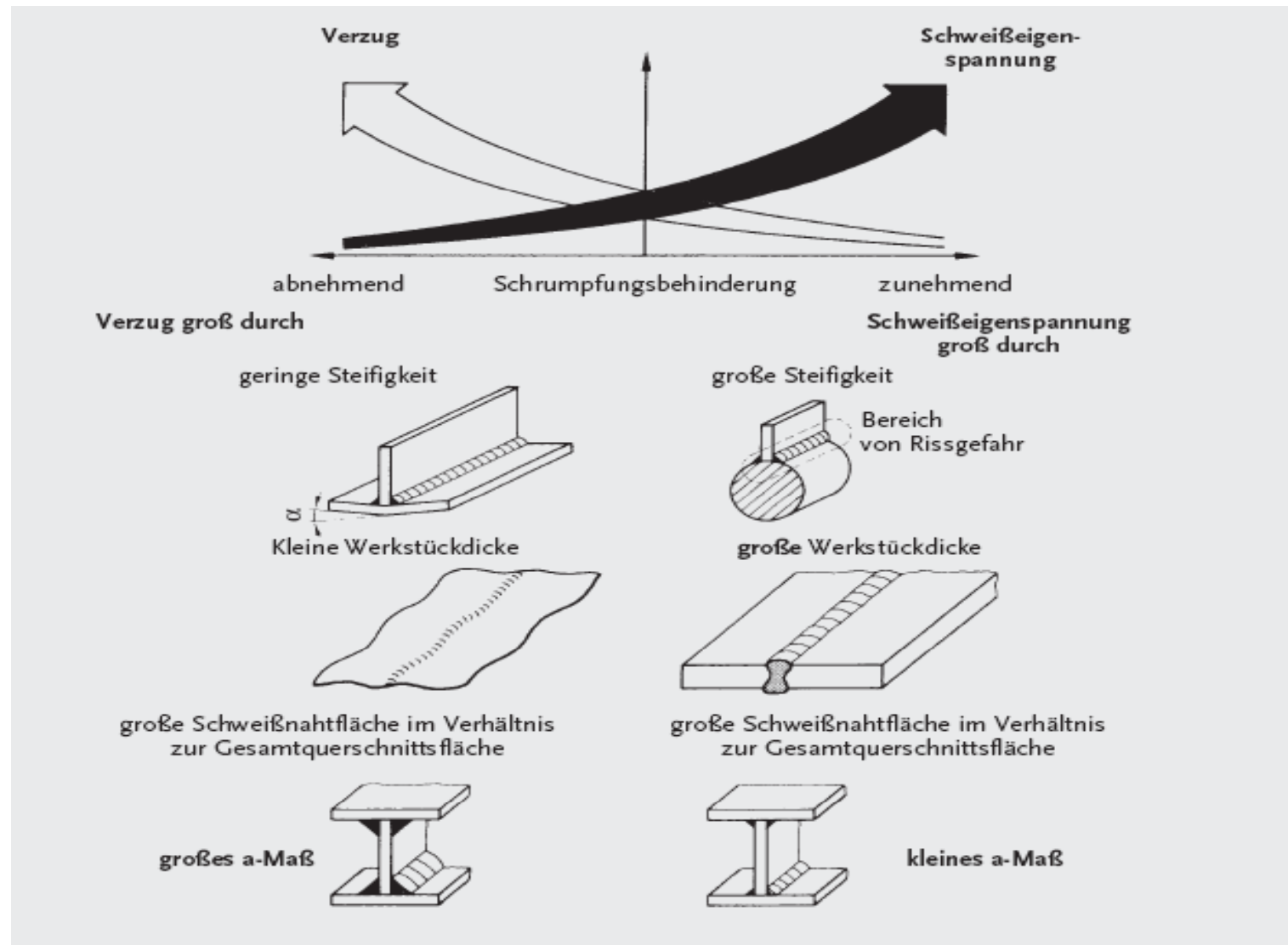
Durch die örtliche Wärmeeinbringung entstehen im Bauteil Dehnungen, die durch den umgebenen nicht erwärmten Werkstoff behindert werden. Infolge der veränderten Werkstoffeigenschaften kommt es zu plastischen Verformungen. Beim darauf folgenden Abkühlen setzen Schrumpfungen sich gegen den Widerstand des sich Verfestigenden Werkstoffes. Zusätzlich wird das Schrumpfen durch den angrenzenden Werkstoff behindert. Durch die Behinderung des Schrumpfens entstehen Verformungen (Verzug) und Schrumpfspannungen (Schweißeigenspannungen). Je größer die Behinderung des Schrumpfens ist, desto größer sind die entstehenden Eigenspannungen.



Entstehung von Spannungen und Schrumpfungen.



Darstellung der Wechselwirkung zwischen Verzug und Schweißeigenspannung



Minimieren der Schrumpfungen und Spannungen durch:

Konstruktive Maßnahmen

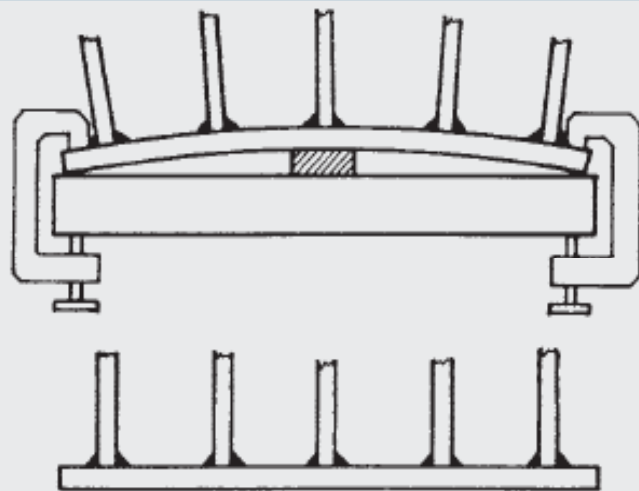
- Größere Konstruktionen in Baugruppen aufteilen.
- Richtige Wahl des Schweißverfahrens.
- Fugenform beachten (Zahl der Lagen und geringen Fugenwinkel).
- Kehlnahtdicke nach Berechnung festlegen.
- Symmetrische Anordnung der Schweißnähte.
- Zusammenbaufolge beachten.

Fertigungsmaßnahmen

- Schweißplan aufstellen.
- Schweißfolge wählen, dass Teile möglichst lange frei schrumpfen können.
- Einzelne Baugruppen zwischenzeitlich richten.
- Vorspannen bzw. festspannen.
- **Gegen Querschrumpfungen:** wenig Wärme, Pilgerschritt, hohe Schweißgeschwindigkeit, schmale Nahtquerschnitte.
- **Gegen Winkelverzug:** Wenig Lagen, Pendelraupen, Gleichzeitiges beidseitiges oder wechselseitiges Schweißen.
- **Gegen Längsschrumpfung:** Wenig Wärme, Pilgerschritt Unterbrechungen
- Kaltrichten oder Richten mit der Flamme

Maßnahmen gegen Verzug:

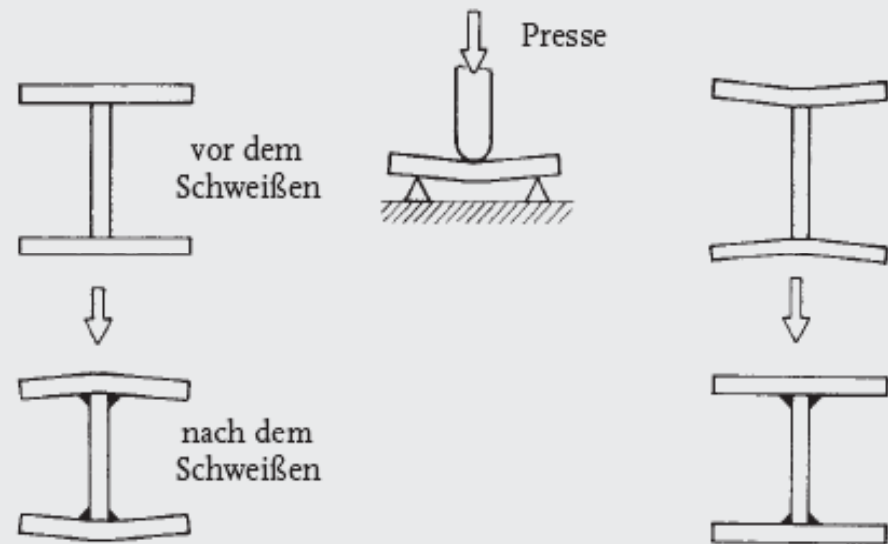
Elastische Vorverformung (Vorspannen der Teile)



Nach dem Lösen der Vorspannung federn die Teile wieder in die ursprüngliche Lage zurück.

Maßnahmen gegen Verzug

Plastische Vorverformung



Maßnahmen gegen Verzug

Maßnahmen gegen Verzug:



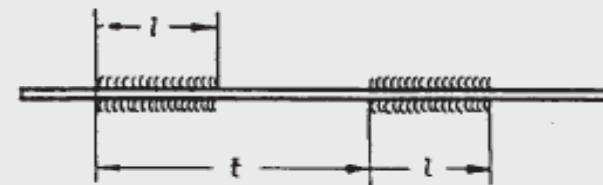
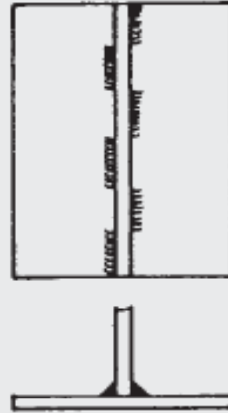
falsch!



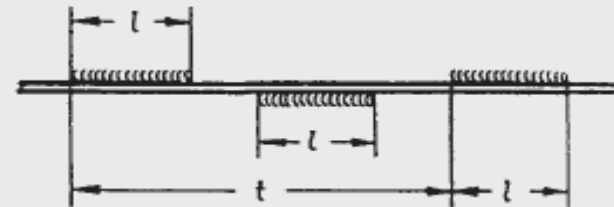
richtig!

An Schweißnähten sparen!

Wenn zulässig, unterbrochene Kehlnähte vorsehen

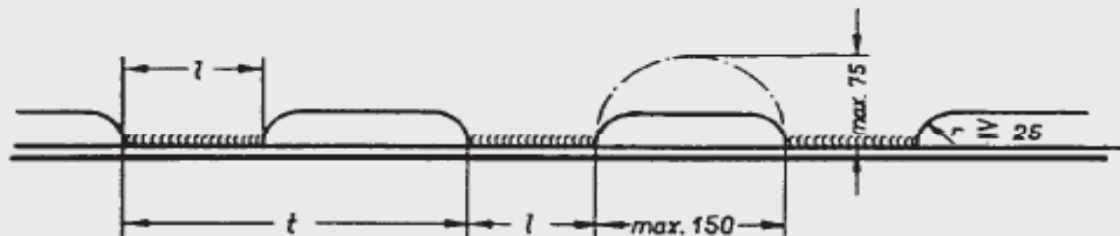


Kettenschweißung





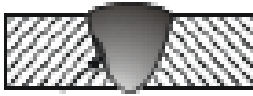
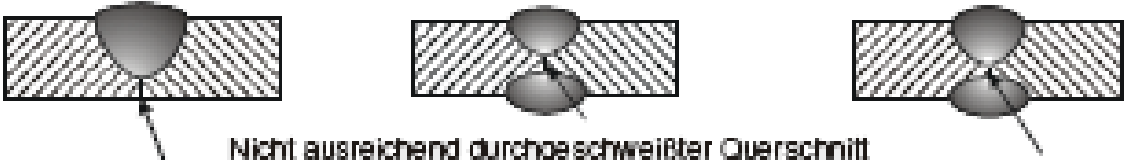

Zickzackschweißung

unterbrochene
Kehlnähte

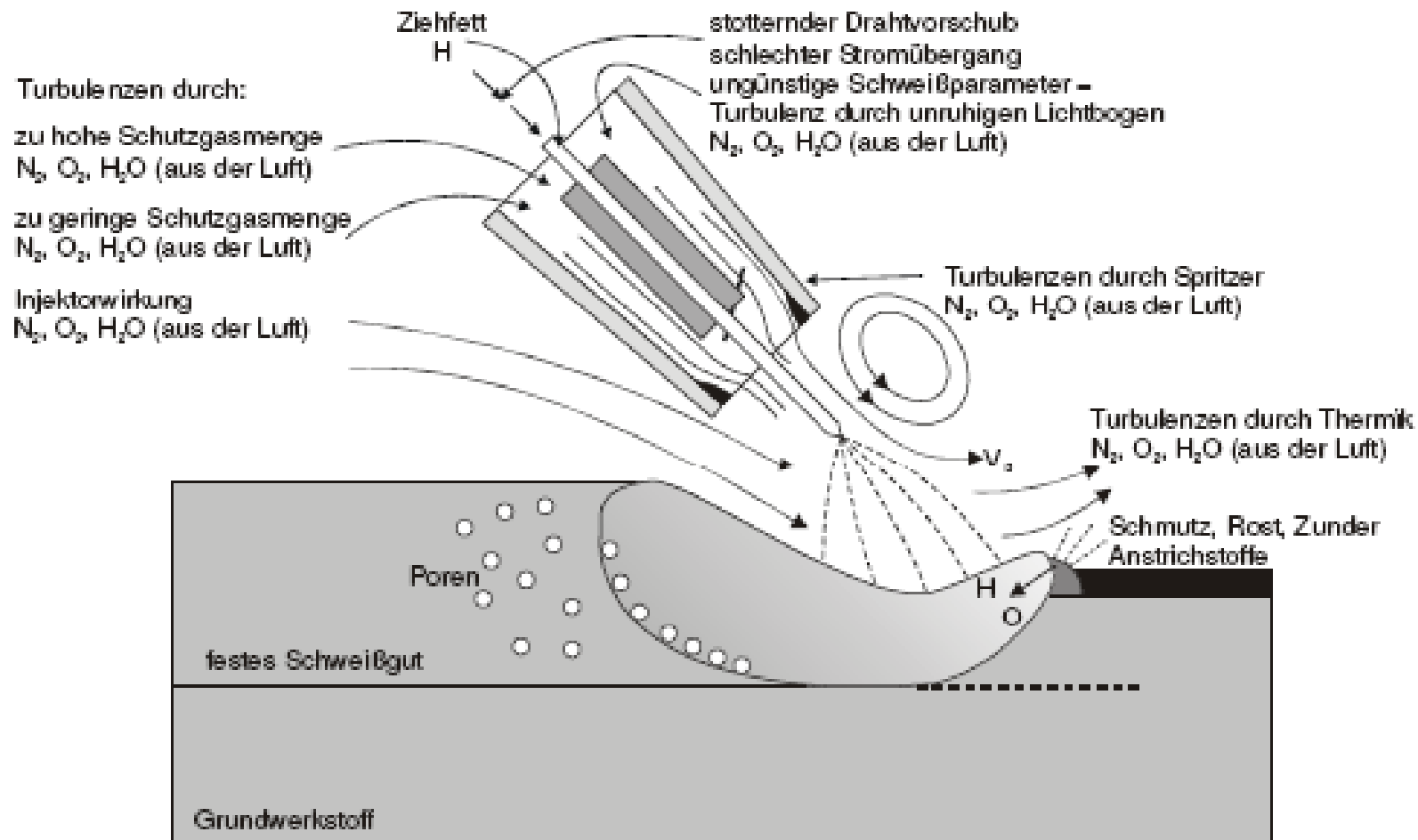


Ausschnittsschweißung

Schweißnahtfehler:

Lagebindefehler	 <p>Bindefehler zwischen Schweißlagen oder Schweißraupen</p>
Wurzelbindefehler	 <p>Bindefehler im Bereich der Schweißnahtwurzel</p>
Flankenbindefehler	 <p>Bindefehler zwischen Schweißnaht und Grundwerkstoff</p>
ungenügende Durchschweißung	 <p>Nicht ausreichend durchgeschweißter Querschnitt</p>
nicht durchgeschweißte Wurzel	 <p>Eine oder beide Fugen-Längskanten sind nicht angeschmolzen</p>

Entstehung von Schweißnahtfehlern.



Stoßarten:

Stumpfstoß



Überlappstoß



Parallelstoß



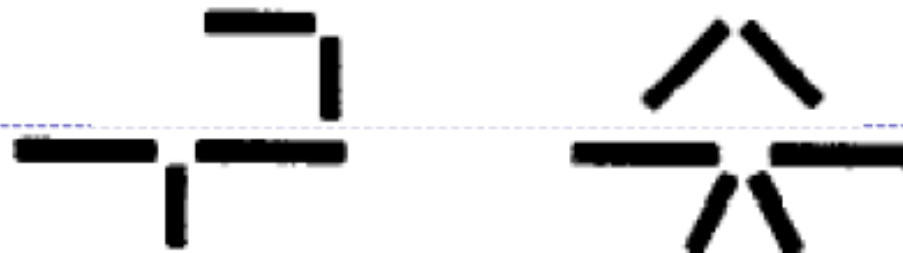
T- Stoß



Kreuzstoß



Eckstoß



Mehrfachstoß















Schrägstoß



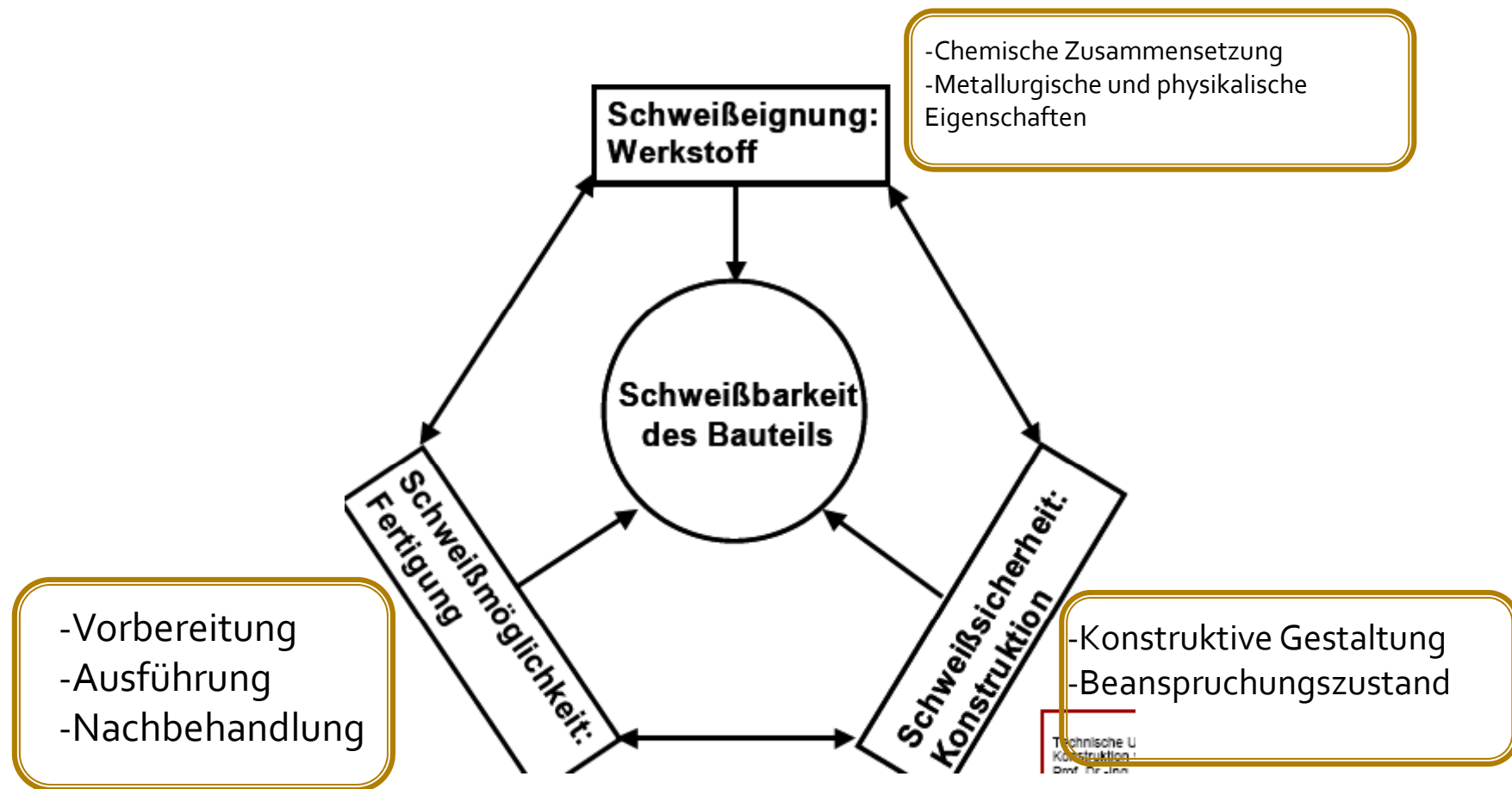
Nahtarten:

Schweißnahtsymbole nach DIN EN 22553

Grundsymbole für Nahtarten			Zusammenges. Symbole für Nahtarten (Beispiele)		
Benennung	Darstellung	Symbol	Benennung	Darstellung	Symbol
I-Naht			D(oppel)- V-Naht (X-Naht)		X
V-Naht		∇	D(oppel)- HV-Naht (K-Naht)		K
HV-Naht		∇	D(oppel)- Y-Naht		Y
Y-Naht		Y	D(oppel)- U-Naht		U
Steiflankennaht		∇	V-Naht mit Gegennaht		∇
Kehlnaht		△	Doppel- Kehlnaht		△

Allgemeine Konstruktionsrichtlinien

Die nachstehend aufgeführten Richtlinien sollten bei der Entwurfsarbeit unbedingt beachtet werden. Sie sind entsprechend den die Schweißbarkeit bedingten Einflussgrößen Werkstoff, Konstruktion, und Fertigung geordnet.



Werkstoffgerecht:

- Schweißneigung der Grund- und Zusatzwerkstoffe beachten.
- Bei komplizierten Bauteilen mit Schweißnahtanhäufung nur fließfähige Baustähle verwenden (Feinkornstähle).
- Hochfeste, teure Stähle bringen bei starker Kerbwirkung im Bereich der Wechselfestigkeit kaum Vorteile.
- In Hohlkehlen von Walzprofilen aus unberuhigt vergossenen Stählen und in kaltverformten Bereichen von Bauteilen Schweißnähte vermeiden.

Beanspruchungsgerecht:

- Eigenart der Schweißtechnik beachten.
- Einfache Bauelemente verwenden.
- Sicherste Schweißverbindung: Stumpfnäht.
- Ungestörte Kraftflusslinien anstreben; Kerben und Steifigkeitssprünge vermeiden.
- Möglichst wenig Schweißnähte.
- Lange, dünne Nähte anstreben, anstelle von kurzen, dicken Nähten.
- Wenn Nahthäufungen nicht zu vermeiden sind, Einschweißteile verwenden.
- Schweißnähte in weniger beanspruchte Stellen legen.
- Keine Nähte in Passflächen.
- Nahtwurzel nicht in die Zugzone legen.
- Kehlnähte möglichst doppelseitig; bei Dynamische Beanspruchung als Hohlkehlnähte.
- Bei Torsionsbeanspruchung möglichst geschlossene Querschnitte wählen.
- Zur Biegeebene unsymmetrische Profile nur im Schubmittelpunkt belasten oder paarweise zu symmetrischen Trägerprofilen zusammensetzen.

Fertigungsgerecht:

- Schweißstellen müssen zugänglich und mit dem gewählten Schweißverfahren einwandfrei ausführbar sein.
- Schweißen in Wannenposition anstreben (Schmelze in einer Wanne).
- Wirtschaftliches Schweißverfahren wählen.
- Keine zu hohe Bewertungsgruppen vorschreiben.
- Wärmebehandlung nur vorschreiben, wenn von der Sicherheit des Bauteils wirklich gefordert.
- Zerstörungsfreie Nachprüfungen müssen durchführbar sein.

Soweit der theoretische Teil, kommen wir nun zum gemütlichen Teil: „Den Berechnungen“

Hier gibt es diverse Möglichkeiten Berechnungen von Schweißverbindungen anzustellen, unter anderen:

- Berechnung der Beanspruchungen (Schnittgrößen, Spannungen, Durchbiegung).
- Berechnung der Bauteile (Schlankheit der Bauteile, Zugstäbe, Druckstäbe, Knotenbleche)
- Berechnung der Schweißnähte im Stahlbau.
- Beanspruchung auf Zug, Druck, Schub, Torsion.
- Berechnungen von Punktschweißverbindungen.
- Schweißverbindungen im Kranbau.
- Berechnungen der Schweißverbindungen im Maschinenbau.
- Berechnungen geschweißter Druckbehälter nach AD 2000- Regelwerk.

Aufgrund der reichlichen Auswahl von Berechnungsmöglichkeiten und des vorhandenen Zeitmangels habe ich mich hier für die Berechnungen geschweißter Druckbehälter entschieden.





